

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
CAMPUS DIADEMA**

CLEBER HENRIQUE MARTINS

ANÁLISE DO TEMA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM LIVROS DIDÁTICOS

**Prof.^a Dr.^a Marilena Rosalen - Orientadora
Prof. Ma. Leticia Moreira Viesba - Coorientadora**

DIADEMA

2020

CLEBER HENRIQUE MARTINS

ANÁLISE DO TEMA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM LIVROS DIDÁTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial
para obtenção do grau de Licenciado
em Ciências, ao Instituto de Ciências
Ambientais, Químicas e
Farmacêuticas da Universidade
Federal de São Paulo – Campus
Diadema.

Orientadora: Marilena Rosalen

Coorientadora: Leticia Moreira Viesba

DIADEMA

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Eterno pela existência e por guiar as mentes sedentas de conhecimento.

À minha família, mãe e irmãos, que estiveram sempre ao meu lado.

Ao meu pai, Miguel Martins Neto (*In Memoriam*), que sempre incentivou todos os meus interesses e curiosidades desde a infância.

À Professora Doutora Marilena Rosalen, que me orientou durante a elaboração deste trabalho, e por ter apresentado as questões referentes à Educação de modo que transformou minha visão de mundo. À Professora Mestre Letícia Viesba, pelo apoio, orientação e paciência, e por ter sido fundamental na elaboração desse trabalho.

À Jennifer Lopes pelo apoio, auxílio, paciência e incentivo.

A todos os professores do curso de Ciências- Licenciatura da UNIFESP, que contribuíram com a minha formação.

Visita interiora Terrae rectificando invenies occultum lapidem

(Monge Beditino - Basile Valentin)

RESUMO

No contexto dos livros didáticos no Brasil a Evolução apareceu pela primeira vez no ano de 1930, sendo apresentado em capítulos relacionados à Paleontologia. Atualmente os livros didáticos são distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático, sendo os livros relacionados à Biologia do Ensino Médio contemplados somente a partir do ano de 2007. Este trabalho não tem como objetivo tecer críticas aos materiais analisados, mas sim de analisar os conteúdos referentes à Evolução e o modo como é tratado o tema. Assim, o objetivo foi investigar como a Evolução biológica é abordada em livros didáticos do 7º ano do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio. A análise realizada apontou que os livros do sétimo ano apresentam semelhanças na abordagem, com um maior aprofundamento dos temas de origem da vida e primatas/ humanos sendo tratados de forma mais ampla no livro de Gewandsnajder. No livro de Bröckelmann, por se tratar de Ensino Médio, a maior parte dos tópicos é tratada de forma a apresentar conceitos com maior complexidade. Uma análise pormenorizada de uma maior quantidade de livros didáticos na questão de Ensino de Evolução pode ser benéfica para um diagnóstico dos conceitos relacionados à Evolução em futuros trabalhos como desdobramento deste.

Palavras – chave: Evolução biológica; Livros didáticos; Geologia; Paleontologia.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
2. História de vida	7
3. Revisão da literatura.....	9
2.1 Seleção Natural.....	9
2.2 Evidências da Evolução.....	10
2.3 Ensino de evolução e material didático	12
4. Objetivo	13
5. Metodologia.....	14
6. Resultados	15
5.1 Análise por tema.....	15
5.1.1 Tabela de dados	25
5.2 Análise do livro de Canto, de Ciências da Natureza (2015)	27
5.3 Análise do livro de Gewandsnajder (2013).....	28
5.3 Análise do livro de Bröckelmann “Conexões com a Biologia 3”, Editora Moderna.....	30
7. Considerações Finais	34
8. Referências Bibliográficas.....	36

1. INTRODUÇÃO

Costa, Melo e Teixeira (2011) discutem que ao final do período escolar os alunos tendem a crer na Evolução atrelada a um fator religioso, como a presença de um *designer* consciente sendo responsável por conduzir todo o processo evolutivo através da criação. Para Zamberlan & Silva (2012) apesar de a Evolução Biológica estar presente nos livros didáticos do Ensino Médio, muitas vezes não é de forma explícita, exigindo que o aluno ou o professor faça a correlação com o assunto tratado, sendo os conteúdos apresentados de forma esparsa. Almeida & Falcão (2010) afirmam que o tema Evolução não deve ser tratado apenas como mais um tópico de Biologia visto que as Ciências Biológicas são fundamentadas nessa teoria, sendo, portanto, sem a qual nada faz sentido nessa área de conhecimento. Por ser o fundamento da Biologia, esperaria-se que fosse um conceito bem compreendido e amplamente abordado, porém Gastal *et al.* (2000) afirmam que há uma evidente dificuldade de compreensão dos mecanismos básicos, afirmação parecida com a utilizada por Oliveira & Bizzo (2011), onde vemos que a compreensão e aceitação da Evolução e dos processos de diversificação parecem baixas.

A Síntese Moderna da Evolução leva em consideração os fatores da evolução Darwinista e as leis de hereditariedade genética de Mendel, enfatizando a mudança de frequências alélicas nas populações e a base genética para a Evolução, considerando o fluxo gênico e deriva genética. Essa síntese foi compilada por Huxley (1942) que dedica um capítulo inteiro ao Mendelismo. Huxley afirma que o estudo da Evolução abrange vários ramos da Biologia, como a Paleontologia, Genética, Citologia, Fisiologia, Sistemática e Ecologia, além da Matemática.

No contexto dos livros didáticos no Brasil o tema Evolução apareceu pela primeira vez no ano de 1930, sendo apresentado em capítulos relacionados a Paleontologia (ZAMBERLAN & SILVA, 2012, p. 191). Atualmente os livros didáticos são distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático, sendo os livros relacionados à Biologia do Ensino Médio contemplados somente a partir do ano de 2007. Este trabalho não tem como objetivo tecer críticas aos materiais analisados, mas sim de analisar os conteúdos de referentes à Evolução e o modo como é tratado o tema.

2. HISTÓRIA DE VIDA

Durante o meu Ensino Fundamental e Médio em uma Escola Estadual localizada no bairro da Vila Clara, no limite entre os municípios de São Paulo e Diadema, a temática de evolução biológica era por muitas vezes negligenciada. Por conta da demonstração da falta de interesse por parte da maioria dos alunos, os professores se limitavam a indicar uma página do livro didático para que fosse copiada no caderno, até o término da aula. Apesar de estar presente nos livros utilizados na instituição, a Evolução Biológica não recebia a atenção, ainda que pouca, que os outros assuntos de Ciências e Biologia, tais como a Biodiversidade ou funções dos órgãos e tecidos. Tal *déficit* pode ter contribuído significativamente para uma interpretação equivocada do que de verdadeiramente a Evolução advoga, levando a conclusões diferenciadas sobre a percepção do fato evolutivo.

O desconhecimento dos mecanismos da evolução biológica é um dos fatores responsáveis por interpretações distorcidas sobre o tema. Na literatura religiosa, a saber, o Manual de Respostas Bíblicas, escrito por Paulo Sérgio Batista, encontram-se textos questionando as evidências da evolução biológica, utilizando-se de argumentos já obsoletos, uma vez que foram descritos como o suposto “elo perdido” de transições entre espécies, ainda que o conceito de “elo perdido” seja inexistente, havendo muitos exemplos no registro fóssil acerca de espécies de transição, como o exemplo do *Ambulocetus natans* e do *Basilosaurus isis*, cujos fósseis indicam uma transição de mamíferos terrestres que deram origem às atuais baleias, ou ainda o *Haasiophis terrasanctus*, uma espécie de cobra cujos fósseis datam de aproximadamente 95 milhões de anos, onde pode-se observar pequenos membros inferiores totalmente formados (FREEMAN & HERRON, 2009 p. 37). Outro ponto largamente questionado é o parentesco do *Homo sapiens* com outras espécies de primatas, ignorando fatores genéticos e morfológicos, além de desprezar totalmente as evidências fósseis, tais quais as o até então mais antigo conhecido ancestral de humanos e chimpanzés, o *Saellanthropus tchadensis*, datado entre 6 e 7 milhões de anos, que segundo Wood (2002, p.133-135): “Visto detrás, sua caixa craniana pequena (320 a 380 cm³) o faz parecer com um chimpanzé. De frente, porém, sua face relativamente plana o faz parecer com um *Australopithecus*, um *Kenyanthropus* ou um *Homo* tão recentes quanto 1,75 milhões de anos”. Além disso, o mesmo Manual de Respostas Bíblicas não relata

os fósseis de diversos tipos de homínídeos, australopithecínios e parantropóides que podem inclusive ser vistos em museus internacionais como o espécime de *H. sapiens* denominado de *Cro-Magnon*, cuja idade fica entre 30 mil e 32 mil anos, assim como o espécime de *H. neanderthalensis* de um espécime denominado *Saccopastore I* datado de cerca de 120 mil anos, entre outros. No mesmo capítulo sobre evolução, o citado Manual discorre sobre uma suposta ineficiência do Carbono 14 para a datação de fósseis, por conta da meia vida do mesmo ser de apenas 5730 anos e segundo o autor, não ter efetividade para datar objetos em milhares de anos. O autor, no entanto, não cita as outras formas de datação para achados paleontológicos mais antigos, como o decaimento do Rb87, cuja meia vida leva cerca de $4,92 \times 10^{10}$ de anos para decair em Sr87.

A Pequena Enciclopédia Bíblica (2006) afirma erroneamente que a evolução “tem como objetivo explicar a origem e o progresso de todo o universo” (p. 266). Nas referências bibliográficas não se encontra nenhuma obra dedicada a Biologia, sendo todas as referências relacionadas a dicionários bíblicos, dicionários de língua portuguesa e enciclopédias bíblicas. Ainda assim, um dos anexos do livro é dedicado a uma suposta refutação à teoria de Darwin. Um trecho notável desse anexo afirma que “Os evolucionistas adoram os fósseis. Aceitam- nos como uma evidência prima facie. Mas esquecem- se de que Deus fez com que a mulher de Ló: Deus a transformou em um fóssil num único instante” (p.703), utilizando- se assim de um argumento religioso na tentativa de desacreditar a confiabilidade nos registros fósseis, apesar de não haver nenhuma evidência de que a história da mulher de Ló tenha ocorrido de fato.

Na escola pública, em comunidades em geral, a evolução biológica é vista com estranheza ou com conceitos pré-moldados de forma deficiente ou enviesado para um determinado ponto de vista. Mesmo na academia dentro daqueles que se dedicam a estudos diferentes das áreas da Biologia, a Evolução Biológica não tem uma compreensão por vezes mínima de seus mecanismos. Nesse contexto é de fundamental relevância que esse tema seja tratado adequadamente nas escolas para que as próximas gerações de possam ter um arcabouço teórico mais ricamente trabalhado.

3. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Seleção Natural

Darwin estudou como os fatores do ambiente podem afetar as populações de determinadas regiões e influenciar na sobrevivência dos organismos, sendo fator decisivo para o sucesso ou morte dos indivíduos, selecionando os mais aptos, sendo tal fato correlacionado também à seleção artificial. De forma mais específica, Darwin concluiu que os indivíduos cujas características físicas e comportamentais adaptadas ao seu habitat, têm maior propensão a ter sucesso quanto à sobrevivência do que aqueles indivíduos cujos atributos são menos adaptados. Aqueles que sobrevivem terão a oportunidade para passar adiante seus genes, transmitindo características que favorecem a sobrevivência para a geração seguinte. Existem quatro pontos principais que podem ser destacados:

- 1- A variação ocorre entre as características individuais de uma população;
- 2- Essas características são transmitidas para a geração seguinte em uma população;
- 3- Os descendentes geram mais descendentes aptos à sobrevivência;
- 4- Aqueles indivíduos que sobrevivem até atingir uma idade adequada para reprodução ou que tem maior sucesso reprodutivo são os que possuem maior quantidade de características favoráveis. As características naturalmente herdadas que aumentam as chances de sobrevivência até atingir um patamar apto para a reprodução são denominadas de “adaptações”.

Adaptações acontecem de forma natural pela herança encontrada em certos membros de uma determinada população dentro de uma espécie, que herda uma herança vantajosa para essa população que a possui. Conforme essas vantagens sejam adaptativas ou reprodutivas, a natureza dessa população se transforma como um todo. Esse processo é chamado por Darwin de “seleção natural”. Alterações nas populações das espécies acontecem no decorrer do tempo por meio da seleção natural. As condições impostas pelo ambiente são fatores determinantes para os resultados da mudança causada pela seleção, sendo essa condição conhecida como “sobrevivência do mais apto”, que não necessariamente significa mais forte ou mais saudável, e sim que o

indivíduo possui uma capacidade de sobreviver até que atinja a idade adequada à reprodução naquele ambiente, para que produza descendentes, passando seus genes para a geração posterior.

2.2 Evidências da Evolução

Podemos observar a evolução em pequena escala, por exemplo, no vírus da AIDS, o HIV. O material hereditário desse vírus é o RNA e ao reproduzir-se o RNA produz uma cópia de DNA dentro das células. Numerosas cópias do RNA são produzidas através do processo de transcrição que ocorre na célula. Então a transcriptase reversa que está no vírus é cedida, o que causa a produção do DNA viral advindo do RNA. Como nos humanos não há a transcriptase reversa, pois não há a conversão de RNA para o DNA, alguns medicamentos anti HIV agem nessa enzima, inativando-a. Um dos modos em que o fármaco age é na inibição de nucleosídeos, com uma molécula conhecida como 3TC, muito semelhante à citosina, que é um componente do DNA. Dessa forma, o medicamento induz a incorporação do 3TC onde normalmente seria incorporada a citosina, inibindo a cópia do HIV.

Schuurman (1995) realizou um estudo onde mostra que no início do tratamento com 3TC houve significativa redução da população viral nos pacientes. Após um período de alguns dias, entretanto, houve a detecção de HIV resistente ao 3TC e a frequência dessa resistência aumentou para toda a população viral em um período entre 3 a 12 semanas. Isso ocorreu por conta da mudança de um códon que está relacionado à codificação da transcriptase reversa. Ridley diz que:

O aminoácido metionina é trocado por um de três outros aminoácidos. A metionina está em uma parte da transcriptase reversa que interage com os nucleosídeos. Provavelmente, o que está acontecendo é que a transcriptase reversa normal é uma enzima relativamente indiscriminadora que não distingue entre a citosina e o 3TC. A troca torna a enzima mais discriminadora, de modo que ela se liga a ao C (citosina), mas não ao 3TC. (RIDLEY, 2006, p. 69).

O registro fóssil é outra forma onde pode-se verificar as evidências. Marcondes e Lamoglia (1995) definem os fósseis como sendo “vestígios ou restos petrificados ou endurecidos de seres vivos que habitaram a Terra, sem perderem as características essenciais”. Os fósseis mais antigos que se têm registro datam de 3,5 bilhões de anos, de

unicelulares procariotos conhecidos como estromatólitos. Por volta de dois bilhões de anos houve o surgimento de células eucarióticas, ainda unicelulares, porém não há um registro muito vasto a respeito da origem de eucariotos e da multicelularidade. Ao final do Pré-cambriano surgiram várias formas de invertebrados marinhos e durante o cambriano surgiram formas mais diversificadas e os primeiros tipos de vertebrados. De acordo com Simpson (1949) as evidências do registro fóssil demonstram a ordem cronológica do aparecimento dos principais grupos de vertebrados. No período Ordoviciano surgiram os primeiros peixes ágnatos e a partir de então surgem os placodermes, os peixes cartilaginosos, os peixes ósseos, culminando no aparecimento dos anfíbios no Devoniano. Os répteis por sua vez surgiram no período Carbonífero e no Triássico emergem os primeiros mamíferos, e posteriormente, no período Jurássico, evoluíram as aves.

A sucessão do aparecimento dos diferentes grupos de vertebrados em diferentes épocas revela que não há evidências de que houve um súbito surgimento dos grupos de seres vivos, antes confirma a ideia de evolução, pois a ordem em que aparecem os seres no registro fóssil corresponde à evidência de uma evolução gradual.

Todos os tetrápodes possuem os mesmos ossos em relação à sua posição na parte medial, distal e proximal de seus membros superiores. Existem casos nos quais tais homologias não possuem função, e diminuíram com o tempo. Um exemplo são os ossos vestigiais de pernas em pítons. Estruturas homólogas tem a mesma origem embrionária e suas características são anatomicamente compartilhadas, embora as funções possam ser distintas para cada grupo. Ridley (2006) firma que uma das homologias mais conspícuas é a pentadactilia que se observa em tetrápodes, que habitam em diversos tipos de ambientes. Apesar de nem todos os tetrápodes apresentarem 5 dígitos em sua forma adulta, como o cavalo e o morcego, em estágio embrionário têm a característica pentadáctila. Essa homologia é encontrada inclusive em mamíferos marinhos como as baleias, sendo não necessariamente funcional, porém indicando a existência de um ancestral comum que tinha essa característica, e essa forma pentadáctila de certa forma facilitaria a evolução da estrutura dos membros.

2.3 Ensino de evolução e material didático

A Evolução é tema central da biologia, como afirma Dobzhansky “nada faz sentido na biologia, senão à luz da evolução”. Na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), na temática de vida e evolução é descrita como um dos objetivos, juntamente com o reconhecimento da diversidade de ecossistemas. Liccati (2005) afirma que a evolução é extremamente importante por “possibilitar uma visão sintética do conhecimento acerca dos seres vivos”.

Existem trabalhos sobre o tema específico da evolução em livros didáticos envolvendo algumas coleções. Visto que a origem da vida começa ser apresentada nos livros didáticos a partir do 7º ano, é oportuna a análise de conteúdo de dois materiais dessa etapa da vida escolar, uma vez que possivelmente esse seja o primeiro contato com a evolução biológica que o estudante terá. Diaz e Bertolozzi (2009) indicam que a importância de um determinado assunto para o autor reflete no volume de páginas dedicadas a este.

4. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo investigar como o tema de evolução biológica é abordado em livros didáticos do 7º ano do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio.

5. METODOLOGIA

Para que os objetivos fossem atingidos foi feita a análise de três livros didáticos aprovados pelo PNLD, utilizados em escolas públicas do estado de São Paulo, na cidade de Diadema, sendo dois de Ciências do 7º ano do ensino fundamental e um de Biologia do 3º ano do Ensino Médio. Os livros do 7º ano: Ciências Naturais: Aprendendo com o Cotidiano, de Eduardo Leite do Canto (2015), Editora Moderna, e Ciências: Vida na Terra, de Fernando Gewandsznajder (2013), Editora Moderna. O livro do Ensino Médio: Conexões com a Biologia, de Rita Helena Bröckelmann (2013), Editora Moderna.

O critério de escolha destes livros foi: disponibilidade nas escolas parceiras que oferecem estágio para alunos do curso de Ciências – licenciatura da Unifesp – *campus* Diadema. Os critérios analisados foram baseados em análise de conteúdo, utilizando a metodologia utilizada por Tomotani e Salvador (2017). Os pontos analisados foram organizados em nove temas, cada um deles dividido em subtemas, como segue abaixo:

- Evolução: definição, histórico, Darwin, Lamarck, Wallace.
- Mecanismos: hereditariedade, seleção natural, adaptação, seleção artificial,
- Evidências: fósseis, homologias, embriologia, biomoléculas.
- Sistemática: taxonomia, cladogramas, ancestral comum, conceito de espécie.
- Geologia/Paleontologia: idade da Terra, tempo geológico, tectônica de placas, biogeografia, extinções.
- Origem da Vida: moléculas complexas, células, microorganismos, Endossimbiose, experimentos.
- Origem e Evolução das Plantas: origem da diversidade, conquista do ambiente terrestre, polinização.
- Primatas/ Humanos: evolução humana, grandes primatas.
- Criacionismo: mitos, doutrinas.

6. RESULTADOS

5.1 Análise por tema

Evolução

Definida no livro de Canto (2015) como “o processo de sucessivas modificações ao longo do tempo que deu origem aos seres atualmente existentes” (p. 62). No livro de Gewandsnajder (2013) a definição de Evolução é descrita coma afirmação; “... os cientistas descobriram que ao longo do tempo alguns organismos desapareceram e deram origem a outros. Esse conjunto de transformações é chamado de evolução” (p.38). Já o livro de Bröckelman (2013) afirma que “ as espécies de seres vivos se transformam no decorrer do tempo e a força que direciona essa transformação é a seleção natural”. (p. 100).

Mecanismos

No livro de Canto (2015), a hereditariedade é apresentada como sendo percebida por Darwin, ao notar que os descendentes de um ser vivo nem sempre são exatamente iguais, sempre apresentam diferenças individuais, “sendo essas diferenças herdadas e que podem ser transmitidas às gerações posteriores’ (p. 63). A seleção natural é apresentada com um exemplo de uma espécie de “insetos verdes que vive em uma região coberta por mata”, sendo que um indivíduo nascido com coloração mas clara ou mais escura será mais facilmente predado, diminuindo a chance de sobrevivência , concluindo com a afirmação: “ o ambiente favorece os indivíduos mais adaptados a ele”. (p. 64).

A especiação também é explicada por meio de um exemplo, novamente utilizando os “insetos verdes”, supondo que haja uma separação do ambiente causada pela inundação do mar, o que resulta na separação do ambiente, formando uma ilha. Supondo que a região da ilha as condições favorecem as folhas verde- escuras, e que no continente as condições favorecem as folhas verde- amareladas, com o passar do tempo “ poderá chegar um momento que ambas as populações não conseguirão cruzar entre si. Nesse momento elas passaram a ser duas espécies distintas, com um mesmo ancestral comum.” (CANTO, 2015, p. 65).

A Seleção Artificial é definida através do exemplo da intervenção humana nas raças de cães, definindo-a como “a intervenção humana que desempenha papel semelhante à Seleção Natural” (CANTO, 2015, p. 65).

No livro de Gewandsznajder (2013) a Seleção Natural é abordada com um exemplo, onde se lê: “alguns indivíduos possuem características que aumentam suas chances de sobrevivência... em outros indivíduos ocorre o contrário e o número de descendentes diminui. Esse processo é chamado de Seleção natural” (p. 40). As mutações são tratadas como capazes de originar novas características que podem facilitar ou prejudicar a vida de um indivíduo.

A hereditariedade é conceituada como “a capacidade dos seres vivos gerar semelhantes” (GEWANDSZNAJDER, 2013, p. 53), e que as características herdadas de um indivíduo se encontram nos genes, porém não dependem somente dos genes, mas são resultado ‘de uma ação conjunta entre os genes e o ambiente’ (GEWANDSZNAJDER, 2013, p. 35).

No livro de Bröckelmann (2013) a hereditariedade é descrita como “o modo como as características de uma espécie são transmitidas de geração em geração” (p. 18). Há um histórico sobre as hipóteses da hereditariedade na Grécia Antiga, como a teoria de Hipócrates, que advogava que “o material básico da hereditariedade eram partículas produzidas por todo o corpo dos pais” (p.18). Posteriormente é descrito que Aristóteles defendia que “o material hereditário dos pais estaria presente no esperma e no sangue menstrual” (p.19). (A “teoria da pangênese” de Darwin descrevendo que as “gêmulas” partículas que seriam desprendidas das células) “que circulavam pelo corpo e seriam reunidas nas gônadas” (p.19). O histórico conta também sobre o pré- formismo e a epigênese, até chegar na “descoberta dos gametas e da fecundação” por Antoine van Leewenhoek em 1967.

Por se tratar de um livro de Ensino Médio há maior profundidade na questão da hereditariedade, expondo as Leis de Mendel e as “bases físicas da hereditariedade” com a teoria cromossômica, evidenciada a partir de um estudo de Thomas Hunt Morgan com as drosófilas. Vários tipos de herança são tratados: autossômica dominante e recessiva, mendeliana, dominância incompleta, com alelos múltiplos ligada ao cromossomo y, herança mitocondrial e poligênica. (BRÖCKELMANN, 2013, p. 35).

A seleção natural é apresentada da seguinte forma: “as espécies de seres vivos se transformam no decorrer do tempo, e a força que direciona essa transformação é a seleção natural” (BRÖCKELMANN, 2013, p. 100). O fato da ancestralidade comum é abordado em um texto que afirma: “dois seres de espécies diferentes possuem obrigatoriamente um ancestral comum, que pode ser muito ou pouco distante” (BRÖCKELMANN, 2013, p.101). Os tipos de seleção são tratados em quatro páginas, descrevendo a seleção estabilizadora, seleção direcional, seleção disruptiva e seleção sexual. (BRÖCKELMANN, 2013, p. 102- 105).

A especiação é definida como “o processo de formação de espécies”, (BRÖCKELMANN, 2013, p.131). “Os mecanismos são bem definidos, com diferenciação entre anagênese e cladogênese”, e cita que “os indivíduos em isolamento perdem a capacidade de cruzar com indivíduos de outras populações” (BRÖCKELMANN, 2013, p. 131). Ao contrário dos livros do 7º ano, aqui há menções sobre especiação simpátrica e alopátrica, além do isolamento pré e pós zigótico. (BRÖCKELMANN, 2013, p.132).

Evidências

No livro de Canto (2015), os fósseis são abordados como sendo encontrados em rochas sedimentares, que por sua vez são formadas pelo “acúmulo ao longo de milhares de anos, de sedimentos como pó de rocha, levados pelo vento e rios” (p. 68), e que os sedimentos se uniram sob a ação do peso de camadas superiores. Segundo o autor “quanto mais próximo da superfície mais novo o fóssil será” (p.68), e há menção de fósseis do período terciário na América do Sul.

No livro de Gewandsnajder (2013) os fósseis são definidos como “restos ou marcas nas rochas”, sendo formadas quando “um ser vivo morre e é soterrado por sedimentos antes de se decompor” (p.37). Os fósseis são apresentados de modo esparsos no fim dos capítulos, como o do *Vinctifer comptoni*, do *Australapithecus afarensis* (p. 261) e do crânio de um exemplar de *Homo habilis* (p.262). A transição para o ambiente terrestre é brevemente mencionada, com ilustrações do *tiktalik* e do gênero *Acanthostega* (p. 209).

O livro de Bröckelmann (2013) dedica um tema inteiro às evidências da Evolução. Os fósseis são definidos como “vestígios ou partes de seres vivos que foram

conservados do passado” (p. 110). Também é mencionado que a impressão no sedimento, como pegadas de dinossauros, são considerados fósseis (p.110).

O *Archaeopteryx* é descrito com “características típicas das aves atuais... e também apresentava características comuns aos répteis” (BRÖCKELMANN, 2013, p.111), descrevendo que a descoberta do *Archaeopteryx* reforçou a “possibilidade de as aves descenderem de répteis” (BRÖCKELMANN, 2013, p.111).

As estruturas homólogas são descritas como tendo a mesma origem evolutiva (BRÖCKELMANN, 2013, p. 112). Estruturas análogas são mostradas como “estruturas semelhantes com a mesma função em espécies diferentes, mas que não têm a mesma origem evolutiva”. Há o exemplo de estruturas como o apêndice vermiforme no ser humano, que atualmente não exerce função, porém é bem desenvolvido nos herbívoros, indicando que “nossos ancestrais deviam ter uma alimentação primordialmente herbívora... conforme a linhagem que gerou o ser humano adotou uma dieta onívora, o apêndice se tornou desnecessário” (BRÖCKELMANN, 2013, p. 113), concluindo que “estruturas assim são fortes indícios da evolução”.

A embriologia comparada recebe destaque com uma ilustração onde é representado o “desenvolvimento embrionário de diferentes animais”, “os embriões de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos são bastante parecidos, sugerindo ancestralidade comum” (BRÖCKELMANN, 2013, p. 114). Concluindo o tema, as evidências moleculares são mostradas através de um quadro comparativo entre a espécie humana, o macaco *Rhesus*, o rato, a galinha, o sapo e a lampreia, apresentando a “porcentagem de aminoácidos idênticos aos que compõe a hemoglobina humana” (BRÖCKELMANN, 2013, p.115), concluindo que “quanto mais semelhantes, mais recente é o ancestral comum entre as espécies” (BRÖCKELMANN, 2013, p.115).

Sistemática

No livro de Canto (2015) as árvores filogenéticas são conceituadas como uma representação do surgimento de novas espécies à partir de espécies ancestrais. O conceito de espécie é descrito como “grupo de seres vivos que podem cruzar em condições naturais e originar descendentes férteis” (p. 21). A taxonomia é tratada brevemente da seguinte forma: “a primeira palavra do nome de uma espécie é escrita

com inicial maiúscula... a segunda palavra com todas minúsculas” (p. 21), sendo todo em itálico ou sublinhado.

O livro de Gewandsznajder (2013) define a taxonomia como “a seção da Biologia que cuida da tarefa de classificar os seres vivos” (p. 53), tendo essa classificação o objetivo de “mostrar as relações de parentesco evolutivo entre os seres vivos”. A nomenclatura Linneana é explicada como no livro de Canto, com a inclusão de observações como: “a primeira palavra do nome corresponde ao gênero” (p. 53). Espécie é definida como “o conjunto de organismos semelhantes entre si e capazes de cruzar e gerar descendentes férteis” (p. 54).

No livro de Bröckelmann (2013) o conceito de espécie é tratado de maneira aprofundada, abordando o conceito tipológico de espécie, onde “cada espécie correspondia a um grupo de organismos com semelhanças físicas típicas” e anteriormente ao surgimento da teoria da Evolução acreditava-se que as espécies seriam imutáveis. Já o conceito biológico de espécie é conceituado como “... um grupo de indivíduos que são capazes de, em condições naturais, cruzar entre si, produzindo descendentes férteis, e estão isolados reprodutivamente de outros grupos” (p.130). As limitações do conceito biológico de espécie são descritas como “o fato de não poder ser aplicado em espécies extintas ou em organismos que não se reproduzem sexualmente” (p.130).

Geologia/ Paleontologia

No livro de Canto (2015) o tempo geológico é mostrado em um quadro (p. 69), desde a origem da Terra no Arqueano a 4,6 bilhões de anos, com breves descrições dos principais acontecimentos em cada uma das eras, além de apresentar a “história da terra em 24 horas”. As extinções são mencionadas no quadro de resumo das eras e de forma mais aprofundada na página 25, onde a extinção é conceituada como “quando o último indivíduo de uma espécie morre, tal espécie é considerada extinta”. As causas das extinções são citadas como “mudanças climáticas, novas doenças, incêndios naturais, erupções vulcânicas, secas, enchentes” (p. 25), e é dada bastante ênfase na interferência humana, que causa introdução de espécies exóticas, caça predatória, tráfico de animais e poluição dos recursos naturais.

No livro de Gewandsznajder (2013) o tempo geológico é apresentado em um quadro ilustrando as eras a partir do período Cambriano, a 540 milhões de anos, com um breve resumo dos principais acontecimentos. A idade da Terra é descrita em texto como 4,6 bilhões de anos. A extinção é definida como “a destruição ou desaparecimento de algo”, cuja causa pode ser vulcões em erupção, queda de meteoritos, inundações e movimentos dos continentes, sendo que “tudo isso afetou muito o clima e a evolução da vida, provocando a extinção de muitos tipos de organismos e a formação de outros” (p. 49). É apresentada a “história condensada da Terra”, mostrando como seria a ocorrência dos eventos das eras geológicas em um período de um ano (p. 252).

No livro de Bröckelmann (2013) o tempo geológico é apresentado em um quadro com os éons e eras com os principais eventos biológicos, a partir da era Hadeana. A idade da Terra “é estimada em 4,6 bilhões de anos” (p. 133). O “Calendário da Terra” ilustra uma representação da história da Terra como se fosse a um período de um ano, destacando eventos marcantes e dias, desde a formação do planeta em 1º de janeiro até às 23h59min: 59 de 31 de dezembro, representando a duração da vida (p. 134).

A Biogeografia é definida como “o estudo da distribuição geográfica dos organismos através dos tempos” (BRÖCKELMANN, 2013, p.111). A história da Terra recebe tratamento pormenorizado a partir do Tema 3 Unidade 4, tratando o Éon Pré-Cambriano e a era Paleozoica em cinco páginas. As eras Mesozoica e Cenozoica são citadas em outras cinco páginas, na Unidade 4 Tema 4. A tectônica de placas é tratada a partir da hipótese da deriva continental (BRÖCKELMANN, 2013, p. 138), a partir da formação da Pangeia na era Paleozoica, e a divisão no Mesozoico em Laurásia e Gondwana (BRÖCKELMANN, 2013, p. 141), até a separação dos continentes. As extinções são descritas como “quando muitas formas de vida desaparecem do registro fóssil, sendo substituídas por espécies que se diversificaram a partir dos sobreviventes” (BRÖCKELMANN, 2013, p.133).

Origem da Vida, Plantas e Animais

No livro de Canto (2015) as células vegetais e animais são representadas com grandes ilustrações (p. 50- 51), descrevendo que a célula animal é “envolvida por membrana plasmática, núcleo (que contém o DNA), e citoplasma onde estão as

organelas”. A diferença entre célula animal e vegetal é “a presença de uma organela responsável pela fotossíntese e a presença de parede celular”. (p. 51). A célula procariótica é definida como: “não há núcleo individualizado por membrana e o material genético está disperso no citoplasma” (p.52). Microorganismos são exemplificados como sendo “formados por apenas uma célula, são os seres vivos unicelulares” (p. 49), com fotos de exemplos da bactéria *Klebsiella pneumoniae*, um paramécio e uma ameba (p. 49).

No livro de Gewandsznajder (2013) a origem da vida é apresentada com um breve histórico das hipóteses de geração espontânea ou abiogênese, a qual até pelo menos no século XVII “acreditava-se que moscas e girinos podiam nascer da matéria sem vida” (p. 45). O experimento de Redi, que contestava essa hipótese, é descrito, experimento que constituía de vidros contendo pedaços de carne, onde nos vidros fechados as moscas não apareciam, mas nos abertos havia proliferação de moscas, mostrando que as moscas não surgiam da carne, e sim que as larvas das moscas eram depositadas na carne por moscas já adultas atraídas pela matéria orgânica (p. 46). O experimento de Pasteur, que derruba a hipótese da geração espontânea de microorganismos, é descrita e conclui que “os micro-organismos poderiam ter vindo do ar, e não surgido por geração espontânea”. O texto conclui “Hoje a ideia de que um ser vivo vem de outro ser vivo parece óbvia. Mas se você pensar que nem sempre foi assim, vai perceber que essa descoberta científica foi de fato muito importante” (p. 47).

A hipótese desenvolvida por Oparin e Haldane durante a década de 1920 é explicada de forma relativamente detalhada, onde cita que as condições da terra primitiva seria constituída de metano, amônia e hidrogênio, onde a energia das descargas elétricas e a energia dos raios ultravioletas do sol e os gases atmosféricos teriam formado diversas substâncias químicas (p.46).

Os micro-organismos são tratados de maneira esparsa, afirmando sobre as bactérias que “não possuem núcleo. Dizemos que são procariontes ou procariotos”. Os protistas são apresentados como “dotados de núcleos: são organismos eucariontes ou eucariotos” (GEWANDSZNAJDER, 2013, p.91).

No livro de Bröckelmann (2013) a origem da vida é apresentada através da definição da Teoria Quimiossintética, onde “a combinação de gases da atmosfera

primitiva, com altas temperaturas, e com as descargas elétricas das tempestades criou condições que permitiram a formação de moléculas orgânicas” (p. 135), complementando que a auto-organização “desses compostos orgânicos complexos em estruturas como de moléculas de RNA e DNA” foi crucial para a origem da vida, e que esse conjunto de moléculas inanimadas em certo momento se tornou um sistema vivo. O surgimento dos eucariotos é tratado com a afirmação de terem surgido há mais de dois bilhões de anos. A Endossimbiose é descrita da seguinte forma: “os cloroplastos e mitocôndrias parecem ter evoluído de seres procariontes que se estabeleceram dentro de organismos procariontes maiores” (p.136), além da menção da teoria endossimbiótica proposta por Lynn Margulis em 1967.

A conquista do ambiente terrestre é mencionada no texto referente ao período Siluriano, onde apareceram “os primeiros animais em ambiente terrestre, insetos e aracnídeos primitivos” (BRÖCKELMANN, 2013, p.137). No período Devoniano é apresentada a origem dos primeiros vertebrados a habitar a terra firme, ilustrado com a foto de um fóssil de *Tiktaalik rosae* (BRÖCKELMANN, 2013, p.138).

Primatas/ Humanos

No livro de Canto (2015) a evolução humana e dos grandes primatas é tratada no início do capítulo quatro, com o texto “Somos Primatas”, que afirma “os primatas mais intimamente ligados aos seres humanos são os catarrinos, onde duas linhagens costumam ser reconhecidas” (p. 61), a superfamília *Cercopithecoidea* e a superfamília Hominidea, sendo essa última dividida em dois grupos, “o de pequenos símios e o dos grandes símios antropóides”, que inclui os gêneros *Homo*, *Gorilla*, *Pan*, *Pongo*, concluindo que “chimpanzés e bonobos são os primatas viventes mais próximos da espécie humana.” (p. 61).

No livro de Gewandsnajer (2013) os primatas são classificados como “possuindo cinco dedos com unhas. Um desses dedos fica em oposição aos outros... o cérebro é bem desenvolvido em relação ao tamanho do corpo” (p. 250), e que dentro de primatas encontram-se “o tarsiô, o lóris, o macaco e o ser humano”. No texto “Evolução da Espécie Humana” há uma apresentação de um cladograma demonstrando as relações evolutivas dos primatas, afirmando “chimpanzés, gorilas e orangotangos são os parentes evolutivos mais próximos da espécie humana” (p. 259), e que o humano e

chimpanzé devem descender de um mesmo ancestral comum. No texto intitulado “A História da Evolução Humana” mostra que as causas para a postura ereta ainda são desconhecidas, porém existe a hipótese de que “o rufo de primatas que originou a espécie humana teria abandonado a floresta e ido viver nos campos e savanas” (p. 260). É mencionada a descoberta de “Lucy”, um exemplar de *Australopithecus afarensis*, com idade estimada de 3,18 milhões de anos. É citada a descoberta de “Selam”, da mesma espécie de Lucy, porém datada de 3,3 milhões de anos. Os primeiros *Homo*, segundo o livro, apresentam fósseis datados entre 2,3 e 1,5 milhões de anos. É citado o *Homo habilis* e suas ferramentas de pedra lascada. O *Homo erectus* é mencionado com a idade de 1,8 milhões de anos e “construía ferramentas de pedra mais elaboradas, e há evidência do uso de fogo” (p. 262). O *Homo sapiens* pode ter surgido “há 200 mil anos ou até mesmo antes” (p.263).

No livro de Bröckelmann (2013) a Evolução humana é tema de um capítulo completo, apresentando o ser humano “do ponto de vista da Biologia”, onde podemos ler a afirmação de que “os seres humanos são primatas” (p.156), onde são explicitadas as semelhanças anatômicas e genéticas com outros primatas, destacando de forma específica as semelhanças com o *Pan troglodytes*, cujas moléculas como a hemoglobina, são idênticas às humanas, e a semelhança genética é “de cerca de 95% a 98%” (p.156). a origem dos primatas é descrita como tendo ocorrido há 55 milhões de anos, havendo uma divisão em duas linhagens há cerca de 30 milhões de anos “uma delas deu origem às espécies atuais dos macacos do Velho Mundo, outra, ao grupo dos grandes símios” (p.168), e que “evidências morfológicas e moleculares apontam que seres humanos e chimpanzés compartilharam um ancestral comum há cerca de 5 a 8 milhões de anos” (p.164). Os mais antigos fósseis registrados são datados aproximadamente desse período, como o *Sahelanthropus tchadensis*, porém o livro afirma que ainda há controvérsia se corresponde ao ancestral comum. O primeiro fóssil de hominídeo encontrado é citado como sendo descoberto pelo britânico Raymond Dart, sendo “um pedaço de crânio preso em sedimentos... com características intermediárias entre os seres humanos e os grandes símios” (p.160), nomeado de *Australopithecus africanus*. Um exemplar bem preservado de *Australopithecus afarensis* datado de “cerca de 3 milhões de anos, do espécime conhecido como “Lucy” é mencionado como no livro de Gewandnajer. Na página seguinte há uma “representação errônea da Evolução humana”(p.161), explicando que essa representação linear está equivocada. O

texto afirma que “a bipedia marca o início da linhagem humana” (p.164) . A espécie ancestral “provavelmente vivia nas florestas tropicais africanas”, porém as mudanças climáticas em um período de “alguns milhões de anos” foram decisivas para a evolução da nossa linhagem. O livro conta que as populações que “permaneceram restritas às áreas de florestas” deram origem aos chimpanzés e bonobos atuais, e das populações que sobreviveram em áreas com menos árvores “originaram as primeiras espécies de australopitécneos... essas espécies incluíam o *Australopithecus anamensis*, o *Australopithecus africanus* e o *Australopithecus afarensis*. Os primeiros *Homo* são datados em cerca de 2,5 milhões de anos, sendo o “*Homo habilis* e o *Homo rudolfensis* surgidos a partir de alguma espécie de *Australopithecus*. O texto cita a mudança significativa ocorrida há 1,7 milhões de anos “com o surgimento do *Homo erectus*, sendo os seres humanos dessa espécie exclusivamente bípedes, sendo provavelmente “os primeiros hominínios sem pelos e de pele escura, que permitiram melhor regulação da temperatura corporal... e apresentaram um enorme tamanho do cérebro” (p. 164). Posteriormente é mencionada a migração de uma linhagem de *H. erectus* para a Europa que pode ter dado origem ao *Homo neanderthalensis* há cerca de 250 mil anos, sendo estes extintos há cerca de 30 mil anos. Outra linhagem de *H. erectus* permaneceu na África, dando origem ao *Homo sapiens* há 200 mil anos (p.165).

No livro de Bröckelmann (2013) a Evolução humana é tema de um capítulo completo, apresentando o ser humano “do ponto de vista da Biologia”, onde podemos ler a afirmação de que “os seres humanos são primatas” (p.156), onde são explicitadas as semelhanças anatômicas e genéticas com outros primatas, destacando de forma específica as semelhanças com o *Pan troglodytes*, cujas moléculas como a hemoglobina, são idênticas às humanas, e a semelhança genética é “de cerca de 95% a 98%” (p.156). a origem dos primatas é descrita como tendo ocorrido há 55 milhões de anos, havendo uma divisão em duas linhagens há cerca de 30 milhões de anos “uma delas deu origem às espécies atuais dos macacos do Velho Mundo, outra, ao grupo dos grandes símios” (p.168), e que “evidências morfológicas e moleculares apontam que seres humanos e chimpanzés compartilharam um ancestral comum há cerca de 5 a 8 milhões de anos” (p.164). Os mais antigos fósseis registrados são datam aproximadamente desse período, como o *Sahelanthropus tchadensis*, porém o livro afirma que ainda há controvérsia se corresponde ao ancestral comum. O primeiro fóssil de hominínio encontrado é citado como sendo descoberto pelo britânico Raymond Dart,

sendo “um pedaço de crânio preso em sedimentos... com características intermediárias entre os seres humanos e os grandes símios” (p.160), nomeado de *Australopithecus africanus*. Um exemplar bem preservado de *Australopithecus afarensis* datado de “cerca de 3 milhões de anos, do espécime conhecido como “Lucy” é mencionado como no livro de Gewandsnajder. Na página seguinte há uma “representação errônea da Evolução humana”(p.161), explicando que essa representação linear está equivocada. O texto afirma que “a bipedia marca o início da linhagem humana” (p.164) . A espécie ancestral “provavelmente vivia nas florestas tropicais africanas”, porém as mudanças climáticas em um período de “alguns milhões de anos” foram decisivas para a evolução da nossa linhagem.

O livro conta que as populações que “permaneceram restritas às áreas de florestas” deram origem aos chimpanzés e bonobos atuais, e das populações que sobreviveram em áreas com menos árvores “originaram as primeiras espécies de australopithecíneos... Essas espécies incluíam o *Australopithecus anamensis*, o *Australopithecus africanus* e o *Australopithecus afarensis*. Os primeiros *Homo* são datados em cerca de 2,5 milhões de anos, sendo o “*Homo habilis* e o *Homo rudolfensis* surgidos a partir de alguma espécie de *Australopithecus*. O texto cita a mudança significativa ocorrida há 1,7 milhões de anos “com o surgimento do *Homo erectus*, sendo os seres humanos dessa espécie exclusivamente bípedes, sendo provavelmente “os primeiros hominínios sem pelos e de pele escura, que permitiram melhor regulação da temperatura corporal... e apresentaram um enorme tamanho do cérebro” (p. 164). Posteriormente é mencionada a migração de uma linhagem de *H. erectus* para a Europa que pode ter dado origem ao *Homo neanderthalensis* há cerca de 250 mil anos, sendo estes extintos há cerca de 30 mil anos. Outra linhagem de *H. erectus* permaneceu na África, dando origem ao *Homo sapiens* há 200 mil anos (BRÖCKELMANN, 2013, p.165).

5.1.1 Tabela de dados

Todos os dados observados nos livros, de acordo com os temas foram sistematizados na Tabela 1 a seguir.

	Canto (2015)	Gewandsnajder (2013)	Bröckelmann (2013)
Definição			
Histórico	X	X	X
Darwin	X		X
Lamarck	X	X	X
Mecanismos			
Hereditariedade	X	X	X
Wallace		X	X
Adaptação	X	X	X
Seleção Natural	X	X	X
Seleção Artificial	X	X	X
Especiação	X		X
Evidências			
Fósseis	X	X	X
Homologias			X
Embriologia			X
Biomoléculas			X
Sistemática			
Taxonomia		X	
Cladogramas	X	X	X
Ancestral Comum	X	X	X
Conceito de Espécie	X		X
Geologia/ paleontologia			
Idade da Terra	X	X	X
Tempo Geológico	X	X	X
Tectônica de Placas			X
Biogeografia			X
Extinções		X	X
Origem da vida			
Células	X	X	X
Microorganismos	X	X	X
Endossimbiose			X
Experimentos		X	
Moléculas Complexas	X	X	X
Origem e evolução de plantas			
Origem e Diversidade	X		X
Conquista do Ambiente Terrestre	X		X
Polinização	X		X
Primatas/ humanos			
Evolução Humana	X	X	X
Grandes Primatas	X	X	X
Criacionismo			
Mitos			X
Doutrinas			

5.2 Análise do livro de Canto, de Ciências da Natureza (2015)

O capítulo 4 do livro trata da evolução dos seres vivos, iniciando com um texto da revista Ciência Hoje de outubro de 2010, intitulado “Somos Primatas”, onde é abordado o tema da evolução do ser humano em relação aos demais primatas, destacando a proximidade entre chimpanzés, bonobos e humanos. Na questão histórica há uma breve descrição do conceito de evolução, onde é citada a existência dos fósseis de espécies extintas e afirmando que “os cientistas acreditam que animais como esses (fossilizados) são os ancestrais de outros que existem atualmente” (CANTO, 2015, p. 62). Na mesma página é apresentada uma fotografia de um fóssil de *Archaeopteryx*, e uma ilustração artística do animal, porém, não há aprofundamento na questão de mudanças alélicas nas populações com o passar do tempo.

Um pequeno texto sobre Lamarck onde há uma breve explicação sobre a aquisição de características novas advindas de adaptações de certas partes e afirma que a explicação de Lamarck “não é aceita atualmente pelos cientistas”, porém, a importância de Lamarck é admitida pelo mérito de advogar e admitir a evolução dos seres vivos. No caso de Charles Darwin, o livro apresenta uma pequena biografia, com ênfase na viagem a bordo do *Beagle*, onde cita que o objetivo dessa expedição era o mapeamento do litoral da América do Sul, e que no ano de 1859 publicou “A Origem das Espécies”, havendo menções de algumas conclusões de Darwin, tais como o fato de os seres vivos em geral terem facilidade para a reprodução e facilidade em gerar descendentes, apesar de “nem todos sobreviverem até serem capazes de produzir seus próprios descendentes” (CANTO, 2015, p. 63).

Posteriormente, é apresentada uma introdução à especiação, onde é mencionado o isolamento geográfico como fator de formação de novas espécies (CANTO, 2015, p. 64). A questão da seleção artificial é abordada, usando como exemplo o caso do *Canis familiaris* como base, e mencionado que a seleção artificial ocorre também em planta, sendo uma ferramenta utilizada na agricultura e na pecuária (CANTO, 2015, p. 65). Na página 68 encontramos o texto “Os fósseis e a história da Terra”, onde são explorados os modos como ocorrem a formação dos fósseis a partir de rochas sedimentares e cita-se a existência de meios de datação, sem discorrer ou descrever, ainda que superficialmente, os métodos de datação. Na página seguinte é apresentado um quadro com a história da Terra descrevendo os eventos mais significativos desde o Arqueano

até o Holoceno. Há também a presença de árvores filogenéticas, sendo uma árvore horizontal, uma vertical e uma relacionando os grandes primatas por semelhança de material genético, além de uma ilustração que mostra a linha do tempo de vida na Terra até a origem dos mais antigos eucariotos até o tempo presente.

5.3 Análise do livro de Gewandsnajder (2013)

Este livro é dividido em unidades, subdivididas em capítulos. As ideias de evolução são tratadas de modo esparsa, a partir da unidade 1 capítulo 3, com uma abordagem generalizada. No referido capítulo é feita a menção à evolução com citações sobre a formação de fósseis, acompanhado de ilustração e foto, onde podemos visualizar fósseis de pegadas de dinossauros na cidade de Souza- PB. A seguir é abordado superficialmente o fato de as mutações serem fatores que podem resultar em evolução, para então entrar no tema de seleção natural, que no texto consta como uma ideia desenvolvida por Darwin e Wallace, sendo fator importante para o aumento da capacidade de sobrevivência e reprodução. Um exemplo de seleção é mencionado no final do capítulo, expondo o caso dos insetos que com o passar de gerações tornam-se resistentes aos inseticidas.

O capítulo 4 inicia com a origem da vida, traçando um histórico das hipóteses da geração espontânea e a queda dessa hipótese através do experimento feito por Francesco Redi, o qual consistia em deixar pedaços de carne em um recipiente aberto e outro em um recipiente fechado. Seguindo o capítulo é relatado o experimento de Pasteur, que foi uma demonstração definitiva de que um ser vivo sempre se origina a partir de outro ser vivo. No mesmo capítulo é citada a hipótese de Oparin e Haldane, que advogava que as condições atmosféricas da Terra primitiva eram propícias para o surgimento de moléculas orgânicas, sendo uma página inteira dedicada à referida hipótese. O capítulo termina com o quadro das eras geológicas, relatando os acontecimentos mais notáveis de cada período.

A partir desse ponto a evolução é tratada de modo segmentado, por grupos de seres vivos no final das unidades. Na unidade 3 capítulo 19 é apresentado de modo breve os mais antigos fósseis de peixes sem mandíbula, indicando a data de cerca de 500 milhões de anos. O capítulo 5 trata dos anfíbios e sua evolução, sendo abordada em um pequeno parágrafo, citando o Tiktaalik como sendo um importante passo para a

conquista do ambiente terrestre. Ao final do capítulo 21 os répteis são analisados, sendo informado de que surgiram há cerca de 360 milhões de anos, o surgimento do ovo amniótico com casca, e o fato de durante o mesozoico eram os seres dominantes na superfície da Terra, com a presença dos dinossauros, ressaltando a grande extinção no fim do cretáceo e consequente desaparecimento dos grandes répteis. No capítulo 22, que trata sobre o tema das aves, há citação do *Archaeopteryx*, que viveu a cerca de 150 milhões de anos segundo os registros fósseis, contando com ilustrações artísticas da aparência do *Archaeopteryx*. Nota-se também a presença de uma linha que afirma que provavelmente as penas na referida “ave” serviam como reguladores térmicos, e um quadro com o título “Aves são dinossauros?”.

No capítulo 23 é tratado o tema dos mamíferos, e sua evolução é apresentada ao final do capítulo, com um breve relato afirmando que apesar de terem surgido antes das aves, somente se espalharam pelo mundo após a extinção dos grandes répteis, e que os primeiros primatas antropoides surgiram a cerca de 50 milhões de anos. No encerramento do capítulo é apresentado o calendário cósmico, que faz um paralelo do calendário atual com a história da Terra, desde a sua criação até o surgimento do fóssil mais antigo do *Homo sapiens*. Na página 259, no quadro “leitura especial” é abordado o tema da evolução da espécie humana com um cladograma ilustrando as relações entre os primatas e o fato de o chimpanzé e o ser humano serem espécies irmãs. O texto cita fatores em comum entre humanos e outros primatas como a postura bípedal. Lemos que o fóssil de *Australopithecus afarensis* mais completo e antigo encontrado data de cerca de 3,18 milhões de anos, que foi denominada de Lucy, havendo uma foto desse fóssil e uma representação artística de como seria em vida. Na mesma página são citados os fósseis datados entre 2,3 e 1,5 milhões de anos, como sendo os primeiros do gênero *Homo*, com a foto do crânio de *Homo habilis* e uma reconstituição de como seria a espécie em vida. Na página seguinte é apresentado o registro de *Homo erectus*, que teria vivido em um período de até 500 mil anos atrás, destacando a construção de ferramentas elaboradas e produção de fogo, novamente seguido por ilustração e foto de um crânio, dessa vez do *H. erectus*. O texto segue com a descrição do *Homo neandertalensis*, citado como “homem de Neandertal”, cujos fósseis foram encontrados na Alemanha, destacando sua estrutura corporal e o uso de ferramentas, afirmando que os Neandertais foram extintos a cerca de 300 mil anos. O texto continua com a afirmação de que o *Homo sapiens* pode ter surgido a cerca de 200 mil anos, porém os primeiros hominídeos

a apresentar características do ser humano moderno possivelmente surgiram a 100 mil anos, sendo o fóssil mais antigo encontrado na caverna de Cro-Magnon, na França.

5.4 Análise do livro de Bröckelmann “Conexões com a Biologia 3”, Editora Moderna

Este livro é dividido em unidades, que por sua vez são divididas por temas. A partir da Unidade 3 são contemplados os temas relacionados à Evolução Biológica, estendendo-se até a Unidade 5. A abordagem inicia com um relato histórico sobre a visão criacionista vigente desde a Grécia antiga até o século XIX, havendo menções a Aristóteles e Platão, sendo destacado o conceito aristotélico da “escala natural”, que advogava a superioridade de seres humanos e deuses. Após esse breve relato contendo as ideias de Lamarckistas como a “lei do uso e desuso” e a “lei de transmissão de caracteres adquiridos”, bem como os problemas do lamarckismo como o fato de ele não acreditar na extinção de espécies e sim na transformação de formas de vida mais simples para formas mais complexas, e da geração espontânea dos organismos basais.

A história de Charles Darwin é bastante abrangente nessa Unidade, iniciando com a apresentação de sua vida acadêmica e sua coleção de besouros que foi elaborada com seu primo Wallace. É destacada a expedição a bordo do *Beagle*, assim como sua passagem pelo Brasil, destacando o entusiasmo de Darwin ao conhecer a Mata Atlântica. A passagem pelas Ilhas Galápagos é ilustrada com a figura dos tentilhões, mostrando a diferença entre os bicos de quatro espécies, com a afirmação de que este foi um ponto de vital importância para a elaboração da teoria da seleção natural. A narrativa prossegue com o retorno de Darwin à Inglaterra, onde foi influenciado pelo pensamento do economista político Thomas R. Malthus, que defendia que a diferença entre o crescimento populacional e a capacidade de produção de alimentos como sendo responsável pela miséria. Concluindo a perspectiva histórica, um texto sobre Alfred R. Wallace relata sua viagem a Belém do Pará para coletar insetos e aves e a destruição de seus registros devido um incêndio ocorrido em seu navio. A segunda viagem de Wallace também é descrita, detalhando sua estada de oito anos na região de Cingapura, Malásia e Indonésia, onde pode conceber o conceito de evolução por seleção natural. No fim do relato há a afirmação que apesar de a evolução também ter sido descoberta por Wallace é geralmente associada somente a Darwin.

As maneiras como ocorre a evolução são tratadas no Tema 2 da Unidade 5, contemplando a seleção estabilizadora, seleção direcional e seleção disruptiva, sendo dado maior espaço para a seleção estabilizadora. A seleção sexual é citada com exemplos como no caso do pavão e dos carneiros selvagens, e das disputas por parceiros. A seguir, o conceito de coevolução recebe meia página do livro, onde podemos encontrar exemplos de síndromes de polinização.

As evidências da evolução são apresentadas no Tema 4, com a indagação “Por que a teoria da evolução é aceita atualmente?”, seguido pela introdução aos estudos sobre fósseis. Nesse tema nos deparamos com uma apresentação sintética da formação dos fósseis em rochas sedimentares, processo de petrificação e impressões deixadas no sedimento, no caso desse último sendo exemplificado com as pegadas dos dinossauros. Os métodos de datação são citados muito vagamente, sendo notada apenas uma frase sobre datação por isótopos radioativos. A questão da Biogeografia é brevemente inserida, onde se descreve a observação de Wallace na Malásia, no qual as aves habitantes nas ilhas do norte eram semelhantes às aves asiáticas, ao passo que as das ilhas do sul se assemelhavam as aves australianas.

As estruturas homólogas recebem bastante atenção, sendo ilustradas as homologias verificadas no braço humano, no membro dianteiro do gato, na nadadeira da baleia e na asa do morcego. As estruturas vestigiais são relatadas e exemplificadas com o caso do apêndice vermiforme, que de acordo com o livro tornou-se uma estrutura disfuncional no *Homo sapiens* quando esse passou a adotar uma dieta onívora.

A embriologia comparada recebe quatro pequenos parágrafos, dentro dos quais se encontra uma ilustração retirada da revista “Ciência Hoje na Escola”, usando como modelo o desenvolvimento embrionário do ser humano, do porco, da galinha, da tartaruga, da salamandra e do peixe, apontando as semelhanças visíveis nesses estágios.

No Tema 5 o conceito de seleção artificial é apresentado, afirmando que segundo Wallace e Darwin que o homem é o causador desse tipo de seleção. São citados os casos das raças de cães domésticos como sendo produto da seleção artificial, possivelmente a partir do *Canis lupus*, e as plantas como a *Brassica oleracea*, de onde se obtém o couve-flor, o brócolis, o repolho, o couve e o couve de Bruxelas. Ao final do tema existe uma pequena descrição de deriva genética causada por ação do ser

humano, no caso dos *Mirounga angustirostris*, que foram caçados até que restassem apenas 200 indivíduos (BRÖCKELMANN, 2013, p. 17).

Na unidade 4 Tema 1 o conceito de espécie é apresentado em uma página destacando as diferenças entre o conceito tipológico de espécie e o conceito biológico de espécie segundo as concepções de Lineu (1707- 1778), Dobzhansky (1900- 1975) e Ernst Mayer (1904- 2005). O tema segue com os mecanismos de especiação, anagênese e cladogênese, com ênfase na cladogênese, da qual segundo a autora, ocorrem as especiações simpátrica e alopátrica, e encerrando o tema com a questão do isolamento reprodutivo, pré e pós zigótico.

O tempo geológico é tratado no tema 2 com uma introdução geral e a tabela estratigráfica das eras, sendo seguido pelo calendário da Terra. No tema 3 é apresentada uma descrição pormenorizada do Éon pré-cambriano e da era Paleozoica, abordando a teoria quimiossintética da origem da biota de Ediacara e ilustrações artísticas. A era Paleozoica é citada com breves menções aos seus períodos, evidenciando os principais eventos do Cambriano, Ordoviciano, Siluriano, Devoniano, Carbonífero e Permiano, além da deriva continental que no final da era Paleozoica deu origem a Pangeia. No final do tema é citada a presença de fósseis da era Paleozoica no Brasil, ressaltando as semelhanças daqueles encontrados na Bacia do Karoo, na África.

No Tema 4 da Unidade 4 a abordagem recai sobre a era Mesozoica, onde pode-se ler uma breve descrição dos períodos Triássico e Jurássico, além de dedicar uma página inteira ao período Cretáceo, contando com a expansão das primeiras angiospermas e dos insetos polinizadores, o surgimento das aves atuais e a extinção em massa ao final desse período, causada pelo impacto de um asteroide, concluindo com uma representação artística da cratera de Chicxulub. O Tema 4 continua com o estudo da era Cenozoica, relatando de forma reduzida os acontecimentos dos períodos Paleogeno, Neogeno e Quaternário, como as glaciações e a separação dos continentes para as posições atuais. A megafauna sul- americana é brevemente citada na página 144, incluindo uma foto de fósseis de Megatherion e Smilidon no Museu Nacional do Rio de Janeiro, concluindo a unidade.

Na Unidade 5 é apresentada a evolução humana com seu primeiro tema sendo a classificação biológica do ser humano, com as características dos primatas e uma

ilustração representando a morfologia das mãos de cinco tipos de primatas, além de enumerar as características sinapomórficas dos primatas. A evolução dessa classe é retratada de modo a demonstrar que o registro fóssil indica que esses organismos surgiram há 55 milhões de anos. O tema é complementado com um quadro que apresenta as formas de locomoção bipedal e quadrupedal em algumas espécies. O segundo tema da unidade 5 tratada busca pela origem da espécie humana na página 160, com início nos achados de Richard Dart, citando o *Australopithecus africanus* e a descoberta do *Australopithecus afarensis*, datado em 3 milhões de anos. Na página 162 existe um quadro ilustrado das principais espécies de hominídeos, com fotos de crânios do *Australopithecus afarensis*, *Homo rudolfensis*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*, além de informações sobre as épocas e locais onde viveram seguido de uma ilustração de ferramentas utilizadas pelos hominídeos a partir de 2,5 milhões de anos

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As definições dos temas analisados apresentam concordância no caso dos livros de sétimo ano de Ensino Fundamental em grande parte. Cada tópico investigado é tratado separadamente, demonstrando qual é a definição dos assuntos nos livros didáticos analisados. Na questão de conceito da Evolução os três autores definem de forma semelhante, sendo que o livro de Bröckelmann adiciona o papel da Seleção Natural na referida definição. Na questão dos mecanismos da Evolução nota-se uma diferença de profundidade, principalmente no tema da Hereditariedade, onde o livro de Bröckelmann faz uma descrição aprofundada, diferente dos livros do sétimo ano que tratam a Hereditariedade superficialmente. Outra diferença é a forma como é apresentada a Seleção Natural, sendo nos dois livros de sétimo ano mostrada através de exemplos, e no livro do terceiro ano do Ensino Médio como uma definição conceitual.

As evidências da Evolução nos livros de Canto (2015) e Gewandsnajder (2013) são focadas em registros fósseis, ao passo que o livro de Bröckelmann além dos fósseis apresenta evidências baseadas na embriologia, analogias, homologias e em dados moleculares. O conceito de espécie é notadamente semelhante nos livros de Canto (2015) e Gewandsnajder (2013) sendo que o livro de Bröckelmann (2013) faz a distinção entre os conceitos tipológico e biológico. Na questão do tempo geológico os três livros apresentam quadros ilustrativos dos períodos da Terra, além de os três realizarem a analogia da história da terra com períodos menores de tempo. A origem da vida por sua vez, é apresentada de forma exemplificada por experimentos como os de Oparin e Haldane no livro de Gewandsnajder e explicada através da Teoria Quimiossintética no livro de Bröckelmann, sendo que Gewandsnajder enfatiza que o que hoje parece óbvio, como o fato de que apenas um ser vivo gera outro ser vivo, em épocas anteriores não era conhecido. Por fim a questão de primatas e humanos é discutida de forma resumida no livro de Canto, um pouco mais aprofundada no livro de Gewandsnajder e recebe uma unidade inteira no livro de Bröckelman.

Concluindo, os livros analisados do sétimo ano apresentam semelhanças na abordagem dos temas, com um maior aprofundamento dos temas de origem da vida e primatas/ humanos sendo tratados de forma mais ampla no livro de Gewandsnajder (2013). No livro de Bröckelmann (2013), por se tratar de Ensino Médio, a maior parte

dos temas são tratados de forma a apresentar conceitos com maior complexidade. Uma análise pormenorizada de uma maior quantidade de livros didáticos na questão de Ensino de Evolução pode ser benéfica para um diagnóstico dos temas relacionados à Evolução em futuros trabalhos relacionados à Educação e ao Ensino de Ciências e Biologia.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. V. & FALCÃO, J. T. R., As Teorias de Lamarck e Darwin no Livros Didáticos de Biologia no Brasil. *Ciência e Educação*, v.16, n° 3, p.649- 665. 2010.
- ALTERS, S. & ALTERS, B., Biology: Understanding Life. John Wilwy and Sons Inc, Hoboken, NJ, 2006.
- BOYER, O. Pequena Enciclopédia Bíblica, *Vida*. São Paulo, 2006.
- BRAUNSTEIN, G. K. & EICHLER, M. L., Análise Iconográfica do Tópico Evolução Biológica em Livros Didáticos de Biologia para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*. 2017.
- BRÖCKELMANN, R. H., Conexões com a Biologia 3, 1° Edição. *Moderna*, São Paulo. 2013.
- CANTO, E. L., Ciências Naturais: Aprendendo com o Cotidiano 5° Edição, *Moderna*, São Paulo. 2015.
- COSTA, L. O.; MELO, L. C. & TEIXEIRA, F. M., Reflexões Acerca das Diferentes Visões de Alunos do Ensino Médio Sobre a Origem da Diversidade Biológica. *Ciência & Educação*. Bauru – São Paulo, vol. 17, núm.1. 2011.
- DIAS, F. M. G. & BORLOLOZZI, J., Como a Evolução Biológica é Tratada nos Livros Didáticos do Ensino Médio. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. 2009.
- DOBZHANSK, T., Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution, *The American Biology Teacher*, vol. 35, n° 3, p. 125- 129. 1973.
- FREEMAN, S. & HERRON, C., Análise Evolutiva 4° Edição. Artmed, Porto Alegre, 2009.
- GASTAL et. al., “Progresso, Adaptação e Teleologia em Evolução: O que Aprendemos, O que Entendemos e o que Ensinamos?”, Encontro nacional de pesquisa em educação de ciências, Florianópolis, 2000.
- GEWANDSZNAJDER, F., Ciências: Vida na Terra 1° Edição, *Ática*, São Paulo. 2013.
- HUXLEY, J., *The Modern Synthesis*, George Allen & Unwin Ltd, Londres, 1942.
- KRIPPENDORFF, K. H., Content Analysis: An Introduction to Its Methodology 2nd Edition, *Sage Publications*, Thousand Oaks, CA. 2013.
- LICCATTI, F. O., *Ensino de Evolução Biológica em Nível Médio: Investigando Concepções de Professores de Biologia*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. 2005.

MARCONDES, A. C. & LAMOGLIA, D. A., *Biologia: Ciência da Vida, Editora Atual*, São Paulo. 1995.

OLIVEIRA, G. S. & BIZZO, N., Aceitação da Evolução Biológica: Atitudes de Estudantes do Ensino Médio de Duas Regiões Brasileiras, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, nº 1. 2011.

PEGORARO, A., SOARES, L. S. et al., A Importância do Ensino de Evolução para o Pensamento Crítico e Científico. *Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada*, Vol.2, Nº 2. 2016.

RIDLEY, M., *Evolução*. 3º Edição. Artmed, Porto Alegre, 2006.

SCHUURMAN, R; NIJHUIS, M.; VAN LEEUWEN, R., *et al.* Rapid Changes in Human immunodeficiency Virus Type I RNA Load and Appearance of Drug- Resistant Virus Populations in Persons Treated with Lamivudine (3TC). *Journal of Infectious Diseases*. 175, 1411-1419. 1995.

SIMPSON, G. G., *The Meaning of Evolution*. Yale University Press, New Haven, 1949.

TIDON, R. & VIEIRA, E., O Ensino da Evolução Biológica: Um Desafio para o Século XXI. *Com Ciência*, nº 107. 2009

TOMOTANI, J. V. & SALVADOR, R. B., Análise do Conteúdo de Evolução em Livros Didáticos do Ensino Fundamental Brasileiro. *Pesquisa e Ensino em Ciências da Natureza*. 2017.

WOOD, B., *Hominid Revelations from Chad*, Nature 418, p. 133-135. 2002.

ZAMBERLAN & SILVA, “O Ensino de Evolução Biológica e sua Abordagem em Livros didáticos”, *Educação & Realidade*, v. 37, n.1, p.187- 212.